

## Fyziologické a biochemické parametre sledované v dobe maxima a minima slnečnej aktivity

J. Štetiarová<sup>1</sup>, O. Dzvonič<sup>2</sup>, K. Kudela<sup>1</sup>, P. Daxner<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Ústav experimentálnej fyziky, Oddelenie kozmickej fyziky, Watsonova 47, Košice

<sup>2</sup>Letecká vojenská nemocnica, Oddelenie leteckého lekárstva, Murgašova 1, Košice

V nadväznosti na štúdiu Dzvonička et al. (2006), v ktorej boli sledované možné súvislosti medzi lekársko-psychologickými parametrami leteckého personálu a charakteristikami kozmického počasia je v tejto práci spravená analýza rozdelení niektorých fyziologických a biochemických parametrov sledovaných vo Leteckej vojenskej nemocnici a.s. v Košiciach v obdobiach slnečného maxima a minima. S použitím štatistických testov je ukázaný signifikantný rozdiel distribúcie niektorých laboratórnych biochemických a hematologických parametrov v týchto dvoch vzorkách. Výsledky sú diskutované v porovnaní s podobnými empiricky zistenými súvislosťami iných autorov.

**Kľúčové slová:** kozmické počasia – obdobie slnečného minima a maxima, fyziologické a biochemické parametre, letecký personál

### Úvod a cieľ

Kozmické počasia zahŕňa množstvo rôznych efektov, ktoré sú inicializované fyzikálnymi procesmi na slnečnom povrchu, v medziplanetárnom prostredí, v zemskej magnetosfére, ionosfére a atmosfére. Tieto procesy majú niektoré nepriaznivé účinky nielen na technologické systémy na družiciach, ale aj na lietadlách a na zemskom povrchu a predpokladá sa, že majú vplyv aj na živé organizmy a ľudí.

Vplyv slnečnej aktivity (SA) a geomagnetickej aktivity (GMA) na ľudskú homeostázu bol dlhodobo predmetom záujmu výskumu. Ukázalo sa, že mesačný výskyt mortality pacientov s kardiovaskulárnymi chorobami koreluje so SA a záporne koreluje s kozmickým protónovým tokom (>90 MeV) [1]. Výsledky výskumov tiež poukazujú na zmeny v krvnej zrážanlivosti (počet krvných doštičiek a bazofilných leukocytov v periférnej krvi), nárast zhlukovania krvných doštičiek, úrovne fibrinogénu a priľnavosti leukocytov v závislosti od úrovne GMA [4].

V súvislosti s Dst indexom, ktorý odráža priemerné poruchy magnetického poľa na zemskom rovníku, boli analyzované počty krvných elementov od 2 oviec v následných 1024 dňoch. Medzi časovými sériami týchto dát bola nízka korelácia, avšak bola zistená štatisticky významná korelácia vo frekvencii intervalov, významný vrchol bol okolo 7 dní v oboch sériách [2].

Empirická analýza vzťahov medzi niektorými parametrami kozmického počasia a dátami z lekársko-psychologických vyšetrení leteckého personálu naznačuje štatisticky významné súvislosti. Charakteristické hodnoty pulzovej frekvencie meranej pri maximálnej záťaži, získané ako stredné veličiny za 27 dní, sú v období slnečného maxima nižšie než v období slnečného minima, u hodnôt diastolického krvného tlaku meraného pri maximálnej záťaži je to naopak. Niektoré krvné elementy (napr. hemoglobín, hematokrit, leukocyty, erytrocyty a ďalšie) prejavujú súvislosť s parametrami kozmického počasia. Ich obsah v krvi významne koreluje najmä so slnečnou aktivitou a s hustotou plazmy [3].

V nadväznosti na vyššie uvedené sme sa zamerali na analýzu rozdelení niektorých laboratórnych biochemických a hematologických parametrov v obdobiach slnečného minima a maxima.

### Použité dáta

Pre analýzu boli použité dva druhy dát, a to laboratórne biochemické a hematologické vyšetrenia, ktoré boli urobené v Leteckej vojenskej nemocnici v Košiciach a parametre kozmického počasia, prevzaté zo stránok <ftp://ftp.ngdc.noaa.gov> a <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/omniweb/>.

### Dáta z lekárskeho vyšetrenia

Dáta boli spracované z celkového počtu 4018 vyšetrení príslušníkov leteckého personálu, všetci boli muži vo veku 18-60 rokov. Uvedená vzorka obsahuje vojenských a civilných pilotov a ďalších lietajúcich palubných personál (napr. palubní inžinieri a technici a navigátori) a vojenský a civilný pozemný personál riadenia letovej prevádzky (dispečeri pozemnej kontroly letovej prevádzky a vojenský letovodi), ktorí sú v evidencii oddelenia leteckého lekárstva Leteckej vojenskej nemocnice v Košiciach. Biochemické parametre boli získané z pravidelných, stacionárnych a výberových vyšetrení leteckého personálu v priebehu rokov 1994-2002 a sú súčasťou databázy ich zdravotnej dokumentácie. Sledované parametre sú uvedené v Tab.1.

**Tab. 1. Hematologické a biochemické parametre**

Parameter	Popis
FW	- sedimentácia erytrocytov (dielce/hod)
HB	- obsah hemoglobínu (g/dl)
HTK	- hematokrit ( % )
ERY	- počet erytrocytov (T/l)
LE	- počet leukocytov (G/l)
GLYK	- hladina cukru v krvi (mmol/l)
CHOLCEL	- celkový cholesterol v sére (mmol/l)
TRIGLYC	- obsah triglyceridov v sére (mmol/l)
HDLCHOL	- cholesterol vysokej hustoty (mmol/l)
UREA	- obsah močoviny v sére (mmol/l)
KREATIN	- obsah kreatinínu v sére (μmol/l)
KYS_MOC	- obsah kyseliny močovej v sére (μmol/l)
BIL_C	- obsah bilirubínu v sére (μmol/l)
AST	- obsah pečeňových enzýmov AST (aspartat-amino-transferáza) (μkat/l)
ALT	- obsah pečeňových enzýmov ALT (alanin-amino-transferáza) (μkat/L)
GGTP	- obsah pečeňových enzýmov GGTP (alternatívne GMT) (gama-glutamyl-transpeptidáza) (μkat/l)
MG	- obsah horčíka v krvi (mmol/l)

### Sledované parametre kozmického počasia

V tejto štúdií sme pripravili dáta za obdobie január 1994 až december 2004. Pre charakteristiku slnečnej aktivity sme sledovali počet slnečných škvrn a tok rádiového žiarenia s vlnovou dĺžkou 10,7 cm. Medziplanetárne prostredie charakterizuje koncentrácia, teplota a rýchlosť plazmy slnečného vetra a tiež modul indukcie medziplanetárneho magnetického poľa. Pre charakteristiku zemského magnetického poľa sme vybrali Kp-index, ktorý popisuje úroveň geomagnetickej aktivity a Dst-index, ktorý popisuje porušenosť horizontálnej zložky magnetického poľa.

Napriek tomu, že dáta z lekárskech vyšetrení pokrývajú rovnomerne celé sledované obdobie (pre jednotlivé parametre máme k dispozícii 9000 – 16000 hodnôt), v niektorých dňoch neboli urobené žiadne vyšetrenia (víkendy, sviatky). Preto sme dáta sumovali do 9-denných intervalov (čo zodpovedá 1/3 dĺžky peiody slnečnej rotácie) a z nich získané stredné hodnoty sme použili na analýzu. Následne boli vybrané 2 intervaly, obdobie slnečného minima (marec 1995 – júl 1997) a obdobie slnečného maxima (apríl 1999 – december 2002). Kritériom bola slnečná aktivita, resp. početnosť slnečných škvrn R (v období slnečného minima menej ako 30, v období slnečného maxima viac než 75).

### Výsledky

Pri výpočte korelácií medzi biochemickými parametrami a parametrami kozmického počasia sme zistili koreláciu medzi modulom indukcie medziplanetárneho magnetického poľa a sedimentáciou erytrocytov ( $r = 0,218$ ) a tiež hladinou horčíka v krvi ( $r = -0,279$ ). Tieto korelácie sme pri 27-denných stredných hodnotách parametrov nezaznamenali.

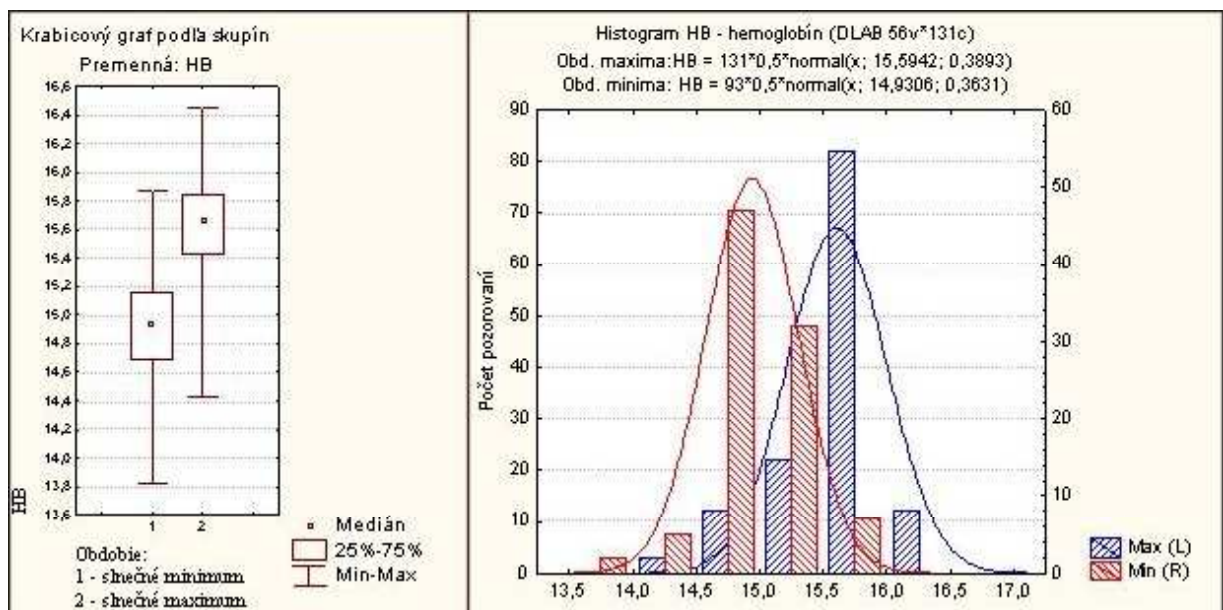
Podľa výsledkov štatistických testov (Študentov T-test, Mann-Whitneyov poradový U-test), sú hodnoty niektorých biochemických a hematologických parametrov závislé od toho, či bolo vyšetrenie robené v období slnečného minima, alebo maxima (Tab. 2).

**Tab. 2. Tabuľka testu závislosti niektorých parametrov od obdobia (zvýraznené hodnoty naznačujú závislosť)**

Premenná	Mann-Whitneyov U-test									
	Podľa premennej Obdobie (1 – slnečné minimum, 2 - slnečné maximum) Označené testy sú významné na hladine $p < 0.05000$									
	Súč.por. 1.skup	Súč. por. 2. skup.	U	Z	Úroveň p	Z uprav.	Úroveň p	N plat. Skup.1	N plat. Skup.2	
FW	6430,5	18769,5	2059,50	<b>-8,4361</b>	<b>0,000000</b>	<b>-8,4362</b>	<b>0,000000</b>	93	131	
HB	5768,0	19432,0	1397,00	<b>-9,8223</b>	<b>0,000000</b>	<b>-9,8223</b>	<b>0,000000</b>	93	131	
HTK	7823,0	17377,0	3452,00	<b>-5,5226</b>	<b>0,000000</b>	<b>-5,5226</b>	<b>0,000000</b>	93	131	
ERY	6697,5	18502,5	2326,50	<b>-7,8775</b>	<b>0,000000</b>	<b>-7,8776</b>	<b>0,000000</b>	93	131	
LE	9824,0	15376,0	5453,00	-1,3359	0,181574	-1,3359	0,181569	93	131	
GLYK	11663,0	13537,0	4891,00	<b>2,5118</b>	<b>0,012012</b>	<b>2,5118</b>	<b>0,012012</b>	93	131	
CHOLCEL	10934,5	14265,5	5619,50	0,9876	0,323368	0,9876	0,323365	93	131	
GLYK	12814,5	12385,5	3739,50	<b>4,9211</b>	<b>0,000001</b>	<b>4,9211</b>	<b>0,000001</b>	93	131	
HDLCHOL	5312,0	19664,0	1034,00	<b>-10,5247</b>	<b>0,000000</b>	<b>-10,5249</b>	<b>0,000000</b>	92	131	

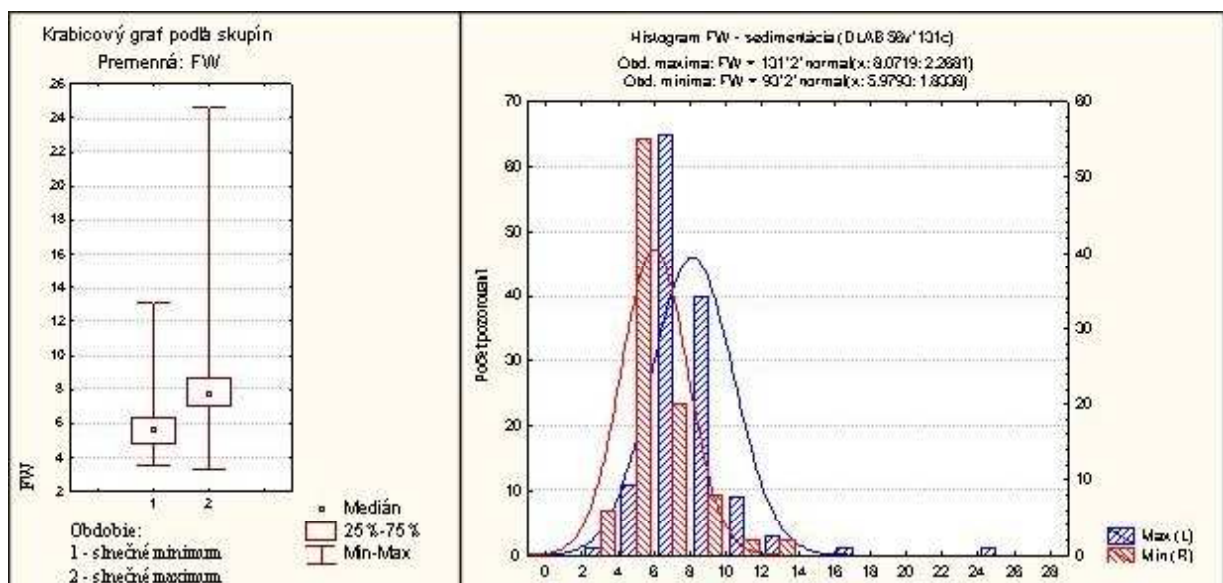
UREA	10404,0	14572,0	5926,00	0,2108	0,833018	0,2108	0,833017	92	131
KREATIN	12387,0	12589,0	3943,00	<b>4,3916</b>	<b>0,000011</b>	<b>4,3916</b>	<b>0,000011</b>	92	131
KYSMOC	10359,5	14616,5	5970,50	0,1170	0,906851	0,1170	0,906851	92	131
BILC	9240,0	15960,0	4869,00	<b>-2,5578</b>	<b>0,010533</b>	<b>-2,5578</b>	<b>0,010533</b>	93	131
AST	10669,0	14531,0	5885,00	0,4321	0,665699	0,4321	0,665665	93	131
ALT	9014,0	16186,0	4643,00	<b>-3,0307</b>	<b>0,002440</b>	<b>-3,0308</b>	<b>0,002439</b>	93	131
GGTP	8350,0	16850,0	3979,00	<b>-4,4200</b>	<b>0,000010</b>	<b>-4,4201</b>	<b>0,000010</b>	93	131
MG	7211,5	11316,5	2670,50	<b>3,6960</b>	<b>0,000219</b>	<b>3,6962</b>	<b>0,000219</b>	61	131

Nasledujúce obrázky ukazujú rozdiely v hodnotách niektorých biochemických a hematologických v období slnečného minima a maxima. Množstvo hemoglobínu v krvi je v období slnečného minima nižšie, než v období slnečného maxima (Obr. 1).



**Obr. 1:** Rozdiely v množstve hemoglobínu v krvi v období slnečného minima a maxima  
obdobie 1: rozdelenie: Normálne, Chí-kvadrát = 7,22284, sv = 4 (uprav.),  $p = 0,12457$   
obdobie 2: rozdelenie: Normálne, Chí-kvadrát = 32,04379, sv = 5 (uprav.),  $p = 0,00001$

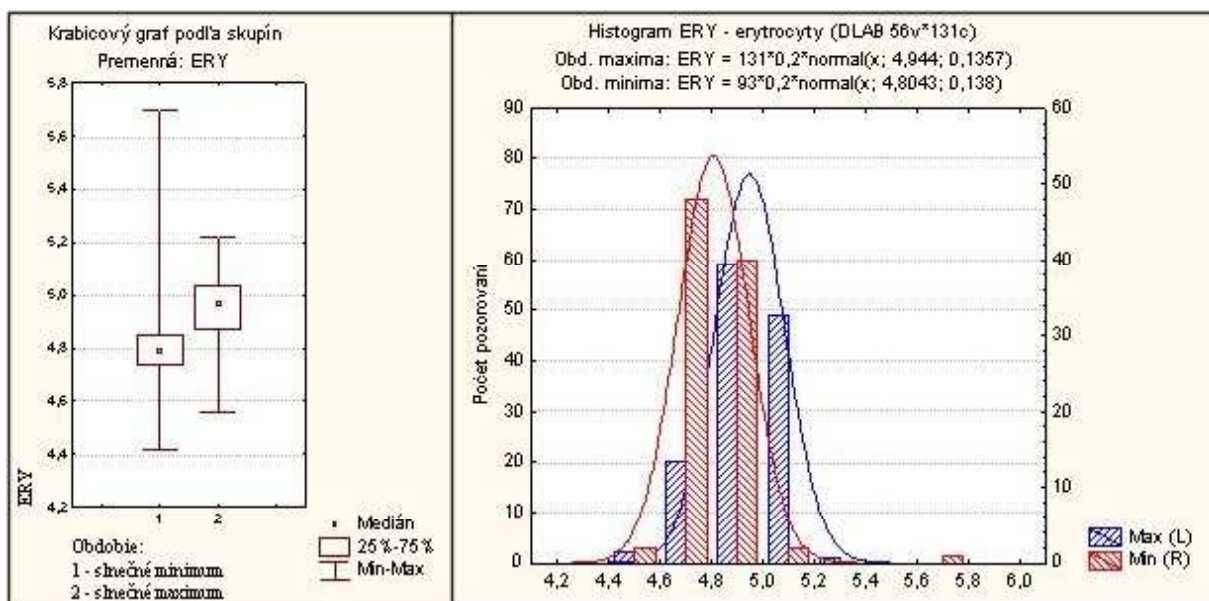
Sedimentácia erytrocytov a rovnako aj počet erytrocytov v krvi sa javia nižšie v období slnečného minima (Obr.2, Obr.3).



**Obr. 2:** Rozdiely v hodnotách sedimentácie erytrocytov v období slnečného minima a maxima

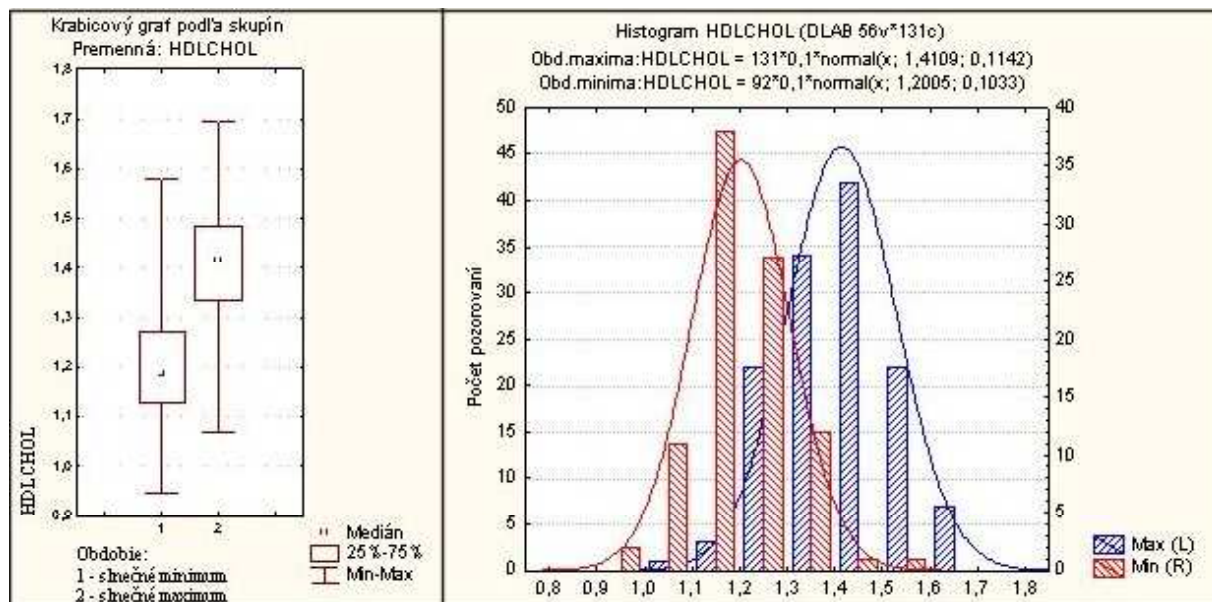


obdobie 1: rozdelenie: Normálne,  $\chi^2$ -kvadrát = 25,53849,  $sv = 3$  (uprav.),  $p = 0,00001$   
 obdobie 2: rozdelenie: Normálne,  $\chi^2$ -kvadrát = 27,51102,  $sv = 2$  (uprav.),  $p = 0,00000$



**Obr. 3:** Rozdiely v počte erytrocytov v období slnečného minima a maxima  
 obdobie 1: rozdelenie: Normálne,  $\chi^2$ -kvadrát = 15,60913,  $sv = 3$  (uprav.),  $p = 0,00136$   
 obdobie 2: rozdelenie: Normálne,  $\chi^2$ -kvadrát = 10,21355,  $sv = 2$  (uprav.),  $p = 0,00606$

Napriek tomu, že obsah celkového cholesterolu v krvi (CHOLCEL) nevykazuje závislosť od obdobia (Tab. 2), u obsahu cholesterolu s vysokou hustotou v krvi (HDLCHOL) sme zaznamenali výrazný rozdiel v hodnotách medzi obdobím slnečného minima a maxima (Obr. 4).



**Obr. 4:** Rozdiely v množstve cholesterolu s veľkou hustotou v období slnečného minima a maxima  
 obdobie 1: rozdelenie normálne,  $\chi^2$ -kvadrát = 2,69474,  $sv = 1$  (uprav.),  $p = 0,10068$   
 obdobie 2: rozdelenie normálne,  $\chi^2$ -kvadrát = 1,50605,  $sv = 2$  (uprav.),  $p = 0,47094$

#### Záver

Empirická analýza vzťahov medzi slnečnou aktivitou a dátami z laboratórnych biochemických a hematologických vyšetrení leteckého personálu naznačuje štatisticky významné rozdiely v hodnotách niektorých parametrov. Hodnoty sedimentácie, rovnako ako množstvo erytrocytov, hemoglobínu a cholesterolu s vysokou hustotou sa ukazujú nižšie vo vzorke v období slnečného minima, než vo vzorke v období slnečného

maxima. Získané výsledky by mohli motivovať ďalšie skúmanie vplyvov kozmického počasia na fyziologické či biochemické procesy u človeka a živých organizmov na bunkovej úrovni. Interpretácia príčin tu zistených súvislostí v biochemickej oblasti fyziológie človeka však presahuje rámec tejto štúdie.

#### **PodĎakovanie.**

Táto štúdia bola pripravená s podporou Agentúry na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-51-053805

#### **Literatúra**

- 1. Stoupel E., Abramson J., Domarkiene S., Shimshoni M., Sulkes J.** (1997): Space proton flux and the temporal distribution of cardiovascular deaths, *International Journal of Biometeorology* 40 (2): 113-116
- 2. Dasso S., Perazzo C.A., Romanelli L, Carusela F., Ure J., Fernández E.A. and Willshaw P.** (2004): Dynamical analysis of erythrocytes under the assumption of cross-spectral coherence between blood cell counts and the *Dst* index, *Geofisica Internacional*, Vol. 43, Num. 2, pp. 259-264
- 3. Dzvonič O., Štetiarová J., Kudela K., Daxner P.** (2006): A monitoring of space weather effects on some parameters of mental performance and health in aviation personnel, *Studia Psychologica*, 48, 2006, 4, 273-291
- 4. Stoupel E.** (1999): Effect of geomagnetic activity on cardiovascular parameters, *Journal of Clinical and Basic Cardiology* 1999; 2 (Issue 1), 34-40